La formulación y nomenclatura: Claves para la enseñanza de la química

El día 5 de febrero de 2014, tuvo lugar la mesa redonda sobre la Nomenclatura de Química como una de las claves para la enseñanza en la educación secundaria, a la que asistieron más de 50 profesores, no solo del nivel de enseñanza secundaria sino también del ámbito universitario. La actividad fue organizada por la Sección Técnica de Enseñanza de la Asociación de Químicos de Madrid (ANQUE), en colaboración con la Facultad de Ciencias Químicas de la UCM que puso a nuestra disposición el Salón de Grados para realizar esta actividad.

El coordinador de la mesa redonda fue D. Emilio Gómez Castro, coordinador de la Comisión de Enseñanza de la Asociación Nacional de Químicos de España (ANQUE), quien realizó una introducción al debate que suscita las nuevas recomendaciones de la IUPAC de 2005 respecto a la nomenclatura de las sustancias químicas, y recordó que este debate se había iniciado con un Taller que sobre este tema se desarrolló en el VIII Encuentro de profesores celebrado en Alicante el pasado año, y que dio origen a un material de apoyo para las clases de secundaria.

Las principales tesis defendidas por los participantes en la mesa fueron:

- ✓ **El lenguaje químico en el currículo de la LOE y en el borrador del RD de desarrollo de la LOMCE** (D. Mario Redondo, inspector de educación y presidente de la Sección de Enseñanza de la Asociación de Químicos de Madrid):

El lenguaje químico es clave para la comprensión de la Química y su enseñanza debe ser básica desde los niveles más elementales. Establecer las reglas más elementales para que el lenguaje sea universal es una de los fines que tiene la IUPAC cuando fija sus recomendaciones sobre la nomenclatura. El adaptar estas recomendaciones en la educación secundaria es una tarea importante para los profesores, que se ven desconcertados ante las novedades, pero que tienen que establecer sus propias prioridades de acuerdo a las características de sus alumnos, seguir la nomenclatura estequiométrica es lo que más se recomienda y la forma que mayoritariamente se utiliza en el aula, utilizar relaciones que permitan un mejor aprendizaje, y usar los nombres tradicionales, sobre todo, cuando observamos que los productos comerciales siguen usándolos (Bicarbonato sódico) son caminos que permitirán mejorar los procesos de enseñanza - aprendizaje.

El currículo de la LOE, deja muy abierto y poco concreto la nomenclatura, permitiendo que los profesores puedan adaptarla mejor en sus centros, aunque no siempre es lo que se desea. Y en el borrador del RD que desarrolla el currículo de la LOMCE, aborde con algún detalle más, como es la introducción de los compuestos binarios hasta 3º ESO y los ternarios en 4º ESO. La exigencia en la etapa de Bachillerato se basa en la correcta expresión de las fórmulas y los nombres de las sustancias.

- ✓ **Recomendaciones de la IUPAC sobre formulación y nomenclatura (**D. Santiago Herrero, UCM)

La formulación y la nomenclatura químicas surgen ante la necesidad de nombrar y describir nuevos compuestos o clases de compuestos. Su principal objetivo es proporcionar una metodología lo más sencilla posible que permita asignar nombre y fórmulas a las distintas sustancias químicas para que puedan identificarse sin ambigüedad. Su desarrollo histórico ha sido esporádico y gradual. Durante la Edad Media y hasta bien entrado el siglo XVIII, los alquimistas y los primeros estudiosos de la química, asignaban nombres a los productos químicos, atendiendo a sus propiedades, en vez de a su composición. Así, se denomina aceite de vitriolo al ácido sulfúrico o sublimado corrosivo al cloruro de mercurio como. A medida que el número de compuestos se ampliaba, resultaba imprescindible su sistematización, así como llegar a acuerdos que permitieran su normalización.

A finales del siglo XVIII, se renueva el sistema de nomenclatura heredado de los alquimistas para sustituirlo por otro más lógico y racional. En 1919 se funda la IUPAC, acrónimo de International Union of Pure and Applied Chemistry (Unión Internacional de Química Pura y

Aplicada), el organismo internacional encargado de la normalización de la nomenclatura y la formulación químicas. A lo largo del siglo XX ha ido evolucionando en sus recomendaciones. A medida que se desarrollaba la química, la nomenclatura se ha ido centrando en la composición y la estructura de los compuestos. No obstante, las recomendaciones de la IUPAC conservan los nombres tradicionales más útiles, aunque establecen nuevos sistemas más simples y racionales para denominar a los compuestos nuevos que se vayan sintetizando. Las últimas recomendaciones de la IUPAC para compuestos inorgánicos son del año 2005 (1), aunque la versión española es de 2007 (2). En ellas se establecen tres sistemas generales: nomenclatura de composición, nomenclatura de adición y nomenclatura de sustitución. Para los compuestos que contienen hidrógeno se establece una alternativa denominada nomenclatura de hidrógeno. En la nomenclatura basada en la composición no se atiende ni a su función ni a su estructura, que puede no ser conocida. La nomenclatura de adición considera el compuesto como si constase de uno o varios átomos que actúan como centros de coordinación. La nomenclatura de sustitución se basa en considerar los compuestos como derivados de hidruros en los que se sustituyen los átomos de hidrógeno por otros átomos o grupos de átomos.

En las últimas recomendaciones se ha realizado un esfuerzo especial en la coherencia entre las distintas áreas de la química inorgánica y, sobre todo, con la química orgánica. Entre los cambios más significativos destacan el cambio de nombre de algunos iones o de algunos ligandos aniónicos, la secuencia de los elementos según su electronegatividad formal, el orden de los ligandos en las entidades de coordinación o de los componentes de los compuestos de adición, la eliminación de la nomenclatura ácida (ácido tetraoxosulfúrico para el ácido sulfúrico) y la modificación de la nomenclatura de hidrógeno. También se reintroducen nombres tradicionales como ácido brómico.

- ✓ **La enseñanza de la formulación y la nomenclatura en la ESO y Bachillerato** (Dª Ana Gómez Gómez, IES Parque Aluche de Madrid)

En la presente ponencia se señala la importancia de la formulación y la nomenclatura química en la enseñanza en los niveles educativos de ESO y bachillerato a la vez que se destaca la dificultad para alumnos y profesores en su enseñanza y aprendizaje.

Partiendo de encuestas realizadas a docentes y alumnado se muestra el estado de la cuestión, buscando las causas que puedan explicar las razones por las que la formulación química provoca este rechazo. La mayor parte de los alumnos lo señalan como un estudio muy teórico, en el que deben aprender fórmulas y nombrar de diferentes maneras a sustancias con las que nunca van a trabajar en el laboratorio. No entienden la necesidad de este tema y como consecuencia, no realizan un aprendizaje significativo del mismo. No desarrollan todas las competencias básicas (aprender a aprender y autonomía e iniciativa personal) como sería deseable.

Los profesores tienen por tanto un papel que no es fácil intentando enseñar contenidos de química y a la vez debiendo motivar al alumno. La metodología utilizada generalmente es clásica y poco participativa, dándose o mucha o muy poca importancia a este tema en función del docente, no teniendo claro qué sistema de nomenclatura usar y en qué nivel educativo introducir estos contenidos. Se desperdicia por tanto el enorme valor didáctico de este tema central en la enseñanza de la química.

Se hace un recorrido por diversos aspectos, como son el marco curricular, los contenidos y procedimientos utilizados en un nivel inicial para formular y nombrar, la metodología y tipología de actividades de aula que muestran los libros de texto, así como otros recursos a emplear. Por último se destacan propuestas con posibles aspectos a mejorar y a evitar de los que cabe citar modo de ejemplo: elaborar una propuesta didáctica alternativa de la enseñanza de la formulación , dar directrices claras y uniformes sobre nomenclatura, minimizar los nombres a utilizar, introducir los contenidos de forma paulatina, fomentar el aprendizaje por investigación, etc. Todos ellos buscan en definitiva dar más importancia la ciencia y a la química en el nuevo marco legislativo.

---

[1] *Nomenclature of Inorganic Chemistry, IUPAC Recommdations 2005,* N.G. Connelly, T. Damhus, R. M. Hartshorn, A. T. Hutton (Eds.), RSC Publishing, Cambridge, 2005.

[2] *Nomenclatura de Química Inorgánica, Recomendaciones de la IUPAC de 2005*, versión española de M.A. Ciriano y P. Román Polo, Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 2007.

- ✓ **La visión de la enseñanza de la Química General en la universidad** (D. Gabriel Pinto Cañón, UPM. Miembro del Grupo de Didáctica de la RSEQ).

El tema del aprendizaje de la nomenclatura química es controvertido. De hecho, buen número de profesores piensan que es una "barrera" para muchos alumnos, que no avanzan en el estudio de la química y llegan a pensar que la química es prácticamente solo formular compuestos extraños con nombres complicados. Por otra parte, hay profesores que piensan que es la base fundamental para aprender química y que sin su conocimiento profundo no es posible profundizar en el aprendizaje de los conceptos fundamentales de la química.

Otra controversia surge del hecho de que existen diversas recomendaciones de nomenclatura por parte de la IUPAC. De hecho, suele estar asumido que la nomenclatura de química orgánica es más estable en el tiempo y más sistemática, pero la de química inorgánica es objeto de profundas revisiones, de forma que conviven hoy día hasta cinco tipos de nomenclatura reconocidas por la IUPAC.

Los esfuerzos de la IUPAC en este campo se deben principalmente a la necesidad de nombrar y formular miles y miles de compuestos que se van descubriendo, clarificar las posibles confusiones e intentar facilitar el carácter sistemático. Entre los profesores de química no siempre es comprendido el papel de la IUPAC. Lamentablemente, hay incluso quien ve a sus miembros responsables de proponer los cambios de nomenclatura como "burócratas alejados de la realidad educativa" y que proponen normas nuevas a modo de ideas felices. En este sentido, debe haber un esfuerzo de profesores e instituciones (ANQUE, RSEQ, Asociaciones...) por distinguir lo que se refiere a temas avanzado de formulación y lo que concierne a las bases que deben entender los alumnos.

El aprendizaje de la nomenclatura química a edades tempranas, nivel de ESO, se ha enfocado en España en un primer aprendizaje de las "palabras" adecuadas. Como describe en su propio texto de nomenclatura inorgánica la IUPAC (Libro rojo, 2005): la nomenclatura química puede considerarse un lenguaje, con palabras (nombres de los átomos) y reglas de sintaxis (las palabras se unen para formar sentencias, que son los nombres de los compuestos). Para muchos jóvenes de 13-15 años puede ser apasionante aprender el nombre de unas pocas de decenas de sustancias. Se recuerda un trabajo reciente de Guillermo Cánovas, Director del Centro de Seguridad en Internet para Menores en España, que resaltaba la importancia de reforzar la lectura lineal y reflexiva que permite profundizar y afianzar información, datos y conceptos, y decía: "*Obliguemos a nuestro cerebro a esforzarse. Puede hacerlo (¡y en el fondo le gusta!*)", por ejemplo, sería bueno destacar que tres elementos químicos fueron descubiertos por españoles, una hazaña que, como indica el profesor Pascual Román, sólo comparte nueve países.

Los profesores y los alumnos necesitan unas reglas claras. Especialmente, en pruebas objetivas comunes (PAU) se debe concretar qué tipo de nomenclatura es necesaria. En este sentido, aunque se podría matizar y discutir, es positiva la iniciativa de Guía sobre el uso de nomenclatura de química inorgánica de la ponencia de química de Andalucía para las PAU. A nivel de Universidad, dado que los cursos de química general son cada vez más reducidos, se suele dar por sentado que los alumnos ya conocen la nomenclatura, aunque se constata que muchos poseen grandes lagunas al respecto. Habría que distinguir al respecto tres tipos de estudios universitarios de Grado: de Química (donde el papel de la nomenclatura es fundamental y será herramienta de trabajo en toda la tarea), ramas próximas (farmacia, ingeniería química, bioquímica...), donde se debe dar bastante importancia a la nomenclatura, y otras ramas donde se necesitan cursos de química (ingenierías, medio ambiente, nutrición...) y se debería simplificar lo más posible.

La formulación y la nomenclatura en las PAU (D. Antonio Rey Gayo, UCM. Coordinador de PAU).

Las Pruebas de Acceso a la Universidad (PAU) constituyen un horizonte importante para los estudiantes y profesores de Bachillerato, y por extensión de la ESO. Esta importancia, sin embargo, condiciona en ocasiones de forma excesiva, incluso obsesiva, cómo se aborda el proceso de

aprendizaje de los estudiantes en estas etapas. La formulación química es un claro ejemplo de esta situación.

En las reuniones de coordinación entre las universidades y los profesores de Bachillerato, son frecuentes las dudas sobre el tipo de formulación que se va a emplear en las cuestiones del examen de Química de la PAU. Las preguntas son perfectamente legítimas, pero con frecuencia las respuestas crean frustración. Parece que se espera que se diga cuál es la formulación “buena” o “correcta”, para centrarse exclusivamente en ella en el segundo ciclo de la ESO y el Bachillerato.

La comisión interuniversitaria encargada de la materia de Química para la PAU en la Comunidad de Madrid ha intentado transmitir de forma reiterada, al menos durante los últimos 8 años, un mensaje muy claro de tranquilidad en lo que se refiere a la formulación química, sobre todo en los aspectos más “polémicos” relativos a compuestos inorgánicos. En los últimos 2 años, incluso se han adjuntado al documento con el modelo de examen una breve “Guía sobre el uso de la nomenclatura de Química para las PAU”, que puede descargarse de las páginas web en las diferentes universidades. El mensaje siempre es el mismo: la nomenclatura química debe servir para comunicarse, no para poner trabas o hacer sentir a los estudiantes que la Química es particularmente compleja por su propio lenguaje.

Conclusiones:

Al termino de las ponencias, se abrió un intenso y largo debate sobre la preocupación que tienen los profesores de que la IUPAC haya incluido nuevas nomenclaturas que quedan fuera del alcance de los alumnos de enseñanza secundaria, así como del poco tiempo disponible para impartir con éxito estos contenidos debido a la poca carga lectiva de las materias de química. También surge el desconcierto por los nuevos nombres introducidos en sustancias habituales (azano, oxidano, etc.), así como de la influencia anglosajona en el desarrollo de la nomenclatura, al cambiar el nombre de las sustancias respecto a su posición en la fórmula.

La conclusión final se centra en relativizar las recomendaciones que introduce la IUPAC, puesto que tiene otros objetivos que se encuentran alejados de la educación secundaria, y buscar siempre la nomenclatura más sencilla que permita a los alumnos aprender a formular y nombrar las sustancias químicas, para ello, basta observar que la IUPAC permite el uso de nombres tradicionales para muchas sustancias que son muy comunes en nuestra vida cotidiana (amoníaco, ácido sulfúrico, etc.). Adaptar una metodología de enseñanza adecuada a nuestros alumnos y encontrar los momentos en los que se debe impartir la nomenclatura es una tarea importante para que los alumnos no recuerden la química como una interminable lista de nombres llenos de letras y números pequeñitos, cada vez más complejos e impronunciables.